Automated Quality Testing
The Status of Grain Grading by Electronics, using Near-infrared Technology

Phil Williams 1404 - 303, Main Street
Canadian Grain Commission Winnipeg, Manitoba, R3C 3G8
Grain Research Laboratory E-mail: pwilliams@cgc.ca

Contents

Introduction
The Methods
The Progress

a) Factors pertaining to proposed (electronic) system

i. Kernel colour
ii. Kernel texture (degree of hardness or softness)
iii. Gluten strength (wheat only)
iv. Farinograph water absorption (Wheat only)
v. Protein content (All)
vi. Moisture content (All)
vii. Oil content (Canola seed)
viii. Malt Fine-grind hot water extract (Barley)
ix. True metabolizable energy (Barley)
x. Groat % (Oats)

b) Factors pertinent to the conventional (visual) system

i. Falling Number (Seconds)
ii. Fusarium head blight (DON ppm)
iii. Frost-damaged kernels (%)
iv. Plump kernel % (barley)
v. Chlorophyll content (Canola and Lentil)
vi. Seed size (Lentil)

Introduction - the need and the concept

This article is intended to focus on the role of electronics in the future of grain-handling in western Canada. Both Digital Imaging and Near-infrared technology.

The need for electronic grading in western Canada (as well as testing for composition) was recognized as long ago as 1994, around the time when the western Canadian Grain-handling industry was exhorted to double grain-handling throughput within the following 10 years or so. At that time it was recognized that such a metamorphosis would not be possible without the application of electronics in grain-handling.

In recognition of the above mandate, the concept of Electronic Grading was spawned by four developments in western Canada. First, the diversification of wheat classes in western Canada, which was fomented by the second, the impending propagation of "Niche" markets for wheat varieties with specialized end-product potential, and the need to maintain these as Identity-Preserved lines. Third was the major change in the elevator system, epitomized by reduction in the number, increase in capacity (of individual elevators), and throughput potential. The fourth factor was the gradual emergence of extensive storage capacity on farms, sufficient in most cases to accommodate the full year's harvest.

These items formed the basis for the concept of an electronic system for identifying at the farm level, grains and seeds of the grades and composition required for shipments internationally and domestically. The system will differ fundamentally from the present method, which is based on visual evaluation, in that it will be based on functionality - what will the grain do, rather than what does it look like. For example, the main "grade" characteristics of wheat will stem from texture, water absorption and gluten strength (protein content will still be used to segregate wheat of different classes). *Electronic grading will provide a non-visual method of segregating grain into classes of similar quality. Combined with a variety affidavit system, verifiable by accurate variety identification, electronic grading would help overcome the limitations imposed by Kernel Visual Distinguishability (KVD).*

It was realized at the time of its inception that the concept came several years "before its time", and would likely be met initially with the same degree of skepticism that Near-infrared (NIR) technology suffered at its

Methods

The process involves four steps: i. identification of the NIR instruments most likely to meet the technical and economic requirements: ii. assembly of a very large data-base of spectra of the grains and seeds to which the system is to be applied: iii. development of calibrations, and iv. implementation on the farm and in the industry. The third step also calls for evaluation of different versions of software to be used in transposing the data into practicable and reliable calibrations.

Of these, the first step is the most important, since it would be inefficient to assemble and scan several thousand samples on an instrument which is likely to be superseded by one which is more efficient and/or lower cost for the same efficiency.

Two levels of NIR instrument are under evaluation at the Rapid Methods Development section of the CGC/GRL. These are the Textron Grain Quality Monitor (GQM), and the Zeltex ZX/50, both of which are intended for use on the farm, and up to four more comprehensive (longer wavelength range) instruments are under evaluation. Of these, two are, or will be, under evaluation through contracts with the respective instrument companies. The relative prices range by a factor of 4-5, between the lowest- and highest-priced instruments. Were one of the more expensive instruments to be clearly the most suitable, price would become of less significance, since the potential volume of several thousand instruments would encourage a very substantial reduction in retail price.

Progress to date

A. Instrument evaluation.

The NIRSystems Model 6500 scanning Vis-NIR spectrophometer has been thoroughly evaluated over many years, and is regarded as the standard for comparison. For the low-cost instrument, the Textron GQM has been under evaluation for 2 years. The GQM was introduced at the 2000 Pittsburgh Conference, and will be in production during 2000. This instrument is designed for direct integration with the GPS system on modern combine harvesters. A "stationary" version of the Textron GQM will also be available for use at farms, elevators and other locations. The Zeltex ZX/50 has just arrived at the GRL, and will be evaluated by the end of April. The Zeltex ZX/ is a hand-held instrument, aimed at rapid on-site testing of grains on farms and at elevators.

For the more comprehensive instrument a Perten DA-7000 Diode array instrument has been under evaluation since August, 1999. This is continuing. The new Tecator Model 1241, long wavelength range version of the seasoned InfraTec, will be appraised at the CGC/GRL, commencing May, 2000. In addition, the Bran+Luebbe InfraAlyzer whole-grain analyzer will be evaluated this summer under a contract between Bran+ Luebbe and the GRL.

B. Results for prediction of grading factors by NIR

Table 1 summarizes the results obtained so far in evaluation of the grading factors mentioned above. Based on these data, the conclusions are i. that the efficiency of prediction of all of these factors is already sufficient for incorporation into an electronic grading system, and ii. That a system for electronic grading of white wheats and canola seed could be implemented within one year from this date.

Table 1. Progress in NIR prediction of grading factors

A. Proposed (electronic system)	r^2	SEP	Mean	High	Low	Potential for use[4]
Kernel colour[1] (Minolta b* value)	0.96	0.30	17.41	20.5	11.7	Excellent
Kernel texture[2]	0.94	2.38	56.3	75.2	36.6	Excellent
Farinograph water absorption %	0.91	1.43	63.4	71.8	53.4	Excellent
Gluten Strength[2]						
a. Farinograph Development time	0.71	1.2	5.0	13.0	1.0	Good
b. Farinograph Stability time	0.80	1.9	7.8	18.0	1.5	Good
c. Farinograph Mixing tolerance	0.92	17.7	52.4	200	15	Very good
d. Extensigraph Maximum height	0.72	85	506	905	180	Good
e. CSP Mixing energy	0.76	2.5	10.2	24.9	5.9	Good
Protein content (All grains and seeds)	-	-	-	-	-	Excellent[5]
Moisture content (All)	-	-	-	-	-	Excellent[5]
Oil content (Canola seed)	0.95	0.70	46.0	53.1	38.5	Excellent[5]
Malt Fine-grind HWE[3] (Barley)	0.52	1.00	73.1	78.5	69.5	Fair
True Metabolizable energy (Barley)	0.61	0.15	14.0	15.4	13.4	Fair
Groat % (Oats)	0.82	0.95	74.2	78.5	70.0	Good
B. Conventional (Visual) system						
Falling Number (seconds)	0.85	42.5	334	500	110	Good
Fusarium Head Blight (DON ppm)	0.76	1.10	2.56	6.8	0.1	Fair
Frost-damaged kernels %	0.82	4.62	10.10	65.08	0.12	Good
Plump kernel % (Barley)	0.83	11.5	59.5	94.5	4.7	Good
Chlorophyll content ppm (Canola)	0.96	2.06	30.9	46.0	18.6	Excellent
Seed size (Lentil)	0.92	9.58	62.9	97.0	5.5	Excellent
Degree of "Green-ness: (Lentil)	0.99	0.014	0.549	0.677	0.417	Excellent

Notes: 1. This test was applied to the new proposed class of hard White Spring wheat to determine the "degree of whiteness". 11.7 is very red. 20.5 is very white (similar to CWSWS and ASW)
2. These tests applicable to wheat only
3. Hot Water Extract
4. Potential for use in an Electronic Grading system
5. Prediction of protein, moisture and oil contents in appropriate grains and seeds is a well-established procedure.

For more information available on this site

Grain-grading in Canada by Electronics by Phil Williams

Recent advances in near-infrared applications for the agriculture and food industries by Phil Williams

Page up

Copyright. Canadian Grain Commission
600-303 Main Street, Winnipeg MB R3C 3G8

Telephone: (204) 983-2770 or Fax: (204) 983-2751

For comments or suggestions about this web site,
e-mail: webadmin@cgc.ca

This page last updated: May 29, 2000

Canadian Grain Commission | Commission canadienne des grains

Canada

Analyse automatisée de la qualité
Situation actuelle du classement électronique des grains par la technologie du proche infrarouge

Phil Williams 303, rue Main, pièce 1404
Commission canadienne des grains Winnipeg (Manitoba) R3C 3G8
Laboratoire de recherches sur les grains Courriel : pwilliams@ccg.ca

Table des matières

Introduction
Méthodes
Progrès réalisés

a) Facteurs exploités par le système électronique proposé

i. Couleur du grain
ii. Texture du grain (degré de vitrosité ou de tendreté)
iii. Fermeté du gluten (blé seulement)
iv. Absorption d'eau mesurée au farinographe (blé seulement)
v. Teneur en protéines (tous les grains)
vi. Teneur en eau (tous les grains)
vii. Teneur en huile (graine de canola)
viii. Extraction de malt à l'eau chaude, en mouture fine (orge)
ix. Énergie métabolisable véritable (orge)
x. Pourcentage de gruau (%) (avoine)

b) Facteurs exploités par le système visuel classique

i. Temps de chute (en secondes)
ii. Fusariose de l'épi (en ppm de DON)
iii. Pourcentage de grains endommagés par la gelée
iv. Pourcentage de grains ventrus (orge)
v. Teneur en chlorophylle (canola et lentille)
vi. Grosseur de la graine (lentille)

Introduction – besoin et concept

Le présent article vise à faire le point sur le rôle futur de l'électronique pour la manutention des grains dans l'Ouest canadien, tant en termes d'imagerie numérique que de technologie proche infrarouge.

Dans l'Ouest canadien, la nécessité du classement électronique des grains (et de l'analyse électronique des grains) est reconnue depuis au moins 1994, lorsqu'on a exhorté l'industrie de la manutention du grain à doubler sa capacité en une dizaine d'années. En effet, on savait déjà à l'époque qu'une telle métamorphose du secteur serait impossible sans un recours à des moyens électroniques dans les systèmes de manutention.

C'est donc dans le cadre de ce mandat qu'est apparu le concept du « classement électronique », en réponse à quatre grands changements qui ont affecté le secteur de la manutention des grains dans l'Ouest canadien : (1) la diversification des classes de blé de l'Ouest canadien, en grande partie due au changement suivant; (2) la multiplication imminente des marchés spécialisés pour les variétés de blé servant à des utilisations finales particulières et exigeant donc une manutention séparée; (3) la refonte majeure du système des silos, avec une réduction du nombre de ces installations et une augmentation de la capacité de chacune; (4) l'émergence graduelle d'une grande capacité de stockage dans les exploitations agricoles, laquelle permet maintenant, dans la plupart des cas, l'entreposage d'une récolte annuelle complète.

Ces changements ont ainsi fait surgir l'idée d'un système électronique qui permettrait d'identifier à la ferme les grains et autres graines présentant les grades et les compositions qu'exige leur expédition au Canada et à l'étranger. Contrairement à la méthode actuelle, fondée sur une évaluation visuelle, le nouveau système sera fondé sur la fonctionnalité, c'est-à-dire sur ce qu'on peut tirer du grain plutôt que sur son apparence. Dans le cas du blé, par exemple, les principales caractéristiques qui serviront à déterminer le grade sont la texture, le taux d'absorption d'eau et la fermeté du gluten (la teneur en protéines sera encore utilisée pour distinguer les classes). *Le classement électronique offrira une méthode non visuelle de ségréger le grain en classes de qualité semblable. Combiné à un système d'affidavits, qui serait vérifiable par l'identification exacte des variétés, le classement électronique aiderait à surmonter les limitations imposées par la distinction visuelle des grains (KVD).*

On a tout de suite compris que ce concept était « en avance sur son temps » et qu'il soulèverait le même genre de scepticisme dont a fait l'objet la technologie du proche infrarouge (NIR) au moment de sa première introduction, en février 1972!

Méthodes

Le projet se fera en quatre étapes : (i) identification des appareils NIR ayant le plus de chance de satisfaire aux exigences techniques et économiques du projet; (ii) compilation de données sur le spectre des divers grains et autres graines, en une énorme base de données pouvant être exploitée par le système; (iii) élaboration d'étalonnages; (iv) mise en œuvre du système à la ferme et dans l'industrie. La troisième étape exigera en outre l'évaluation de diverses versions du logiciel qui servira à convertir les données en étalonnages commodes et fiables.

La plus importante de ces étapes est évidemment la première, car il serait peu efficace de rassembler et analyser des milliers d'échantillons au moyen d'un appareil voué à être remplacé par un autre qui serait plus efficace, ou tout aussi efficace mais moins coûteux.

Deux classes d'appareils NIR sont en cours d'évaluation à la section du Développement de méthodes rapides du Laboratoire de recherches sur les grains. La première de ces classes comprend le Textron Grain Quality Monitor (GQM) et le Zeltex ZX/50, tous deux destinés à une utilisation à la ferme, tandis que la seconde classe pourrait comprendre jusqu'à quatre appareils, capables d'exploiter une gamme plus grande de longueurs d'onde. Parmi tous ces appareils, deux sont en train d'être évalués ou le seront bientôt, dans le cadre de contrats conclus avec les sociétés qui les fabriquent. Le prix des divers appareils varie du simple au quadruple, ou peut-être même du simple au quintuple. Cependant, si un des appareils les plus chers se révélait de toute évidence le plus adéquat, son coût deviendrait secondaire, puisque l'énorme volume potentiel (plusieurs milliers d'appareils) entraînerait sans doute une réduction très substantielle du prix de détail.

Progrès réalisés

A. Évaluation des appareils

Le spectrophotomètre à balayage NIRSystems Model 6500, exploitant toute la gamme Vis-NIR, fait l'objet d'une évaluation approfondie depuis de nombreuses années et est utilisé comme norme pour les comparaisons. Un des appareils peu coûteux, le Textron GQM, est évalué depuis deux ans. L'appareil, présenté au public durant la Conférence de Pittsburgh de 2000 et produit commercialement dès cette année, est conçu de manière à pouvoir s'intégrer au système GPS des nouvelles moissonneuses-batteuses. Une version « fixe » de l'appareil est également disponible, pour les bâtiments de ferme, les silos et les installations semblables. Par ailleurs, un appareil Zeltex ZX/50 vient d'arriver à notre laboratoire et sera évalué d'ici la fin d'avril. Cet appareil se tient à la main et doit permettre un contrôle rapide des grains à la ferme et au silo.

En ce qui concerne les appareils plus perfectionnés, un Perten DA-7000 Diode Array est évalué depuis août 1999, et cette évaluation se poursuit. À compter de mai 2000, nous évaluerons le nouveau Tecator Model 1241, qui exploite une plus grande gamme de longueurs d'onde que son prédécesseur, l'InfraTec, qui a déjà fait ses preuves. Par ailleurs, l'analyseur de grains entiers Bran+Luebbe InfraAlyzer sera évalué cet été dans le cadre d'un contrat conclu entre le Laboratoire de recherches sur les grains et la société Bran+ Luebbe.

B. Prédiction des facteurs de classement au moyen des appareils NIR

On trouvera au tableau 1 un résumé des résultats obtenus jusqu'à présent en ce qui concerne l'évaluation des facteurs de classement susmentionnés. Ces résultats permettent d'ores et déjà de conclure que : (i) la prédiction de tous ces facteurs est déjà suffisamment précise pour pouvoir être intégrée dans un système électronique de classement; (ii) un système de classement électronique pourrait être mis en œuvre d'ici un an pour les blés blancs et pour la graine de canola.

Tableau 1. Progrès réalisés en matière de prédiction des facteurs de classement par la technologie NIR

A. Système électronique proposé	r^2	ETP	Moyenne	Max.	Min.	Potentiel [4]
Couleur du grain[1] (valeur Minolta b*)	0,96	0,30	17,41	20,5	11,7	Excellent
Texture du grain[2]	0,94	2,38	56,3	75,2	36,6	Excellent
Absorption d'eau au farinographe (%)	0,91	1,43	63,4	71,8	53,4	Excellent
Fermeté du gluten[2]						
a. Temps de développement au farinographe	0,71	1,2	5,0	13,0	1,0	Bon
b. Temps de stabilité au farinographe	0,80	1,9	7,8	18,0	1,5	Bon
c. Tolérance au pétrissage au farinographe	0,92	17,7	52,4	200	15	Très bon
d. Hauteur maximale à l'extensographe	0,72	85	506	905	180	Bon
e. Énergie de pétrissage (PCR)	0,76	2,5	10,2	24,9	5,9	Bon
Teneur en protéines (tous les grains et autres graines)	-	-	-	-	-	Excellent[5]
Teneur en eau (tous les grains)	-	-	-	-	-	Excellent[5]
Teneur en huile (graine de canola)	0,95	0,70	46,0	53,1	38,5	Excellent[5]
EEC[3] de malt, en mouture fine (orge)	0,52	1,00	73,1	78,5	69,5	Passable
Énergie métabolisable véritable (orge)	0,61	0,15	14,0	15,4	13,4	Passable
Pourcentage de gruau (avoine)	0,82	0,95	74,2	78,5	70,0	Bon
B. Système visuel classique						
Temps de chute (en secondes)	0,85	42,5	334	500	110	Bon
Fusariose de l'épi (en ppm de DON)	0,76	1,10	2,56	6,8	0,1	Passable
Pourcentage de grains endommagés par la gelée	0,82	4,62	10,10	65,08	0,12	Bon
Pourcentage de grains ventrus (orge)	0,83	11,5	59,5	94,5	4,7	Bon
Teneur en chlorophylle (en ppm) (canola)	0,96	2,06	30,9	46,0	18,6	Excellent
Grosseur de la graine (lentille)	0,92	9,58	62,9	97,0	5,5	Excellent
Degré de vert (lentille)	0,99	0,014	0,549	0,677	0,417	Excellent

Notes :

1. Test appliqué à une nouvelle classe proposée, le blé blanc vitreux de printemps, pour déterminer le « degré de blancheur » : 11,7 correspond à un grain très rouge, 20,5 à un grain très blanc (semblable au CWSWS et à l'ASW).
2. Tests s'appliquant au blé seulement.
3. Extraction à l'eau chaude.
4. Potentiel d'utilisation dans le cadre du système électronique de classement.
5. La prédiction des teneurs en protéines, en eau et en huile, chez les grains et autres graines où s'appliquent ces mesures, est un procédé bien établi.

Pour obtenir davantage d'information.

Classement des grains au Canada à l'aide de moyens électroniques par Phil Williams

Recent advances in near-infrared applications for the agriculture and food industries par Phil Williams

Def. haut

Droit d'auteur. Commission canadienne des grains,
303 rue Main, pièce 600, Winnipeg (MB) R3C 3G8

Téléphone : (204) 983-2770 ou Télécopieur : (204) 983-2751

Aidez-nous à mieux vous servir en nous disant ce que vous pensez de ce site. Veuillez envoyer vos commentaires et suggestions à l'adresse électronique suivante : webadmin@ccg.ca

Dernière mise à jour : le 29 mai 2000

Commission canadienne des grains Canadian Grain Commission

Canada